

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-197823

(43)Date of publication of application : 31.07.1998

(51)Int.Cl. G02B 26/10  
G02B 13/00  
G02B 13/18

(21)Application number : 10-032551

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI KOKI CO LTD

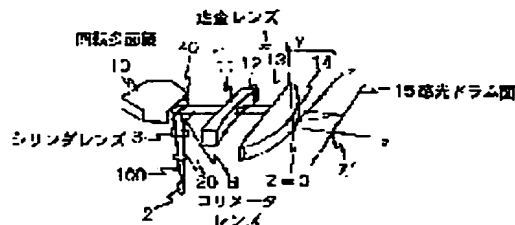
(22)Date of filing : 16.02.1998

(72)Inventor : ARIMOTO AKIRA  
SAITO SUSUMU  
TSUNODA YOSHITO  
MORIYAMA SHIGEO  
MOCHIZUKI KENJI

**(54) SCANNING LENS****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable a scanning with high resolution and also at a wide view angle while keeping a plane tilt compensation function by providing a scanning lens with an aspherical lens and making its aspherical face to be continuously increased asymmetrically to scanning center so that the reflection face of a rotary polygon mirror and the scanning face becomes a conjugate relation in a subscanning direction.

**SOLUTION:** The scanning lens (F $\theta$  lens) 1 is constituted of a 1st lens provided with lens faces 11 and 12 on both sides of itself with an axis of rotation symmetry, and a 2nd lens provided with a flat, or spherical lens face 13 and a lens face 14 being asymmetry to the axis of rotation on both sides of itself. Such the aspherical face is used as the aspherical face 14 of the scanning lens 1, that the curvature radius of the principal axis is different from that of the sub axis, simultaneously, the curvature radius of the tub axis is increased as it is off-axis, and also, the aspherical face provided with a shape asymmetry to the scanning center (in an (x) direction). Thus, the curvature of field generated on the photoreceptor drum surface 15 in the subscanning direction due to the oblique entrance of the laser beam 100 to the rotary polygon mirror 10 and the shift of the reflection surface 40 of the rotary polygon mirror 10 is compensated.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 16.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.02.1999

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-197823

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 26/10

13/00

13/18

識別記号

1 0 3

F I

G 0 2 B 26/10

13/00

13/18

1 0 3

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-32551  
(62) 分割の表示 特願昭63-172724の分割  
(22) 出願日 昭和63年(1988) 7月13日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(71) 出願人 000005094  
日立工機株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号  
(72) 発明者 有本 昭  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 斎藤 進  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

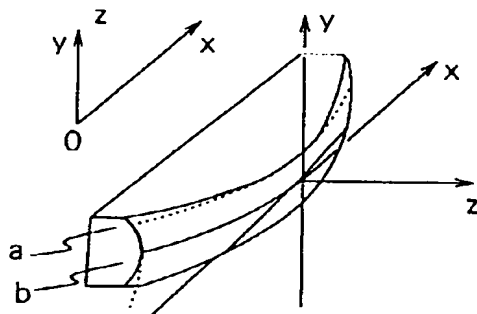
(54) 【発明の名称】 走査レンズ

(57) 【要約】

【課題】 像面湾曲を除去でき、高分解能な走査を可能とする走査レンズの提供。

【解決手段】 回転多面鏡により偏向された光ビームを走査面上に結像する走査レンズにおいて、平面と非球面からなる非球面レンズを有し、その非球面を、回転多面鏡の反射面と走査面を副走査方向に供役関係となるように左右非対称に連続的に増加する形状とすることで、走査面上の像面湾曲を除去できる。

図 2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転多面鏡により偏向された光ビームを走査面上に結像する走査レンズにおいて、平面と非球面からなる非球面レンズを有し、前記非球面は、前記回転多面鏡の反射面と前記走査面を副走査方向に供役関係となるように左右非対称に連続的に増加する形状であることを特徴とする走査レンズ。

【請求項2】請求項1の走査レンズにおいて、前記非球面レンズは、主走査方向と副走査方向との曲率半径が異なる非球面を有することを特徴とする走査レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ走査装置に係り、特に、回転非対称非球面を用いたレーザ走査光学系であって、計算機出力装置やオフィス情報処理装置として用いられるレーザプリンタ装置に好適なレーザ走査装置及びそれに用いる非球面レンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザプリンタ装置では、従来からFθレンズ及び回転多面鏡の組み合わせにより、レーザ光を感光ドラム上に偏向走査することが行われている。レー\*

$$z = Ax^2 + By^2$$

(A、Bは係数でA≠Bかつ、画角θとは独立)

のような面を意味する。

【0005】このようなトーリック面をつかってレーザ走査装置を構成すると、光を走査する面をx-z面に、面※  
 $f_v \neq f_s$  (且つ、 $f_s > f_v$ )

であり、特に面倒れ方向(副走査方向)の結像特性が劣化する。これは $f_v < f_s$ のために、 $f_v$ がカバーできる30  
 走査範囲が小さく、良好な結像特性を満足できないため★

$$W = cy^2$$

(c:係数)

となる。走査方向の結像特性は、 $\theta \sim 40^\circ$  以内で良好に保つことができる。すなわちWがxの関係でなくなるので、面倒れ補正方向のみの収差が発生する。cはレンズ系の曲率半径、レンズ間隔、屈折率、画角等で決定される係数であって、トーリック面のようなレンズ面形状が(1)式で書けるような形だと、結像特性が低下をま☆

$$z = Ax^2 + B'(\theta) \cdot y^2$$

(B' ≥ B)

として、係数B'をθの関数の形にし、Fθレンズの面倒れ方向の曲率半径を、偏向方向に応じて変化させるものを提案した(特開昭62-265615号)。すなわち、この提案では、図2に破線で示すように、面倒れ方向(副走査方向)の曲率半径を光軸から離れるにつれて大きくすることによって、波面収差Wの $y^2$ の項の係数を0に近◆

$$z = By^2 + M$$

を示す。点線のように光軸から離れるにつれて副走査方向の曲率半径を大きくし、光軸上(θ=0)における面50

\*ザ光を走査する上での問題点の一つは、回転多面鏡の反射面の傾きにより、走査ピッチムラが生じることである。

【0003】それを解決する方法としては、シリンダレンズとトーリックFθレンズの組み合わせ(特開昭48-98844号)、プリズムとFθレンズの組み合わせ(特公昭59-9883号)、トーリックレンズとFθレンズの組み合わせ(特公昭48-49315号)等によって、回転多面鏡の傾き誤差による影響を低減しようとするものが知られている。これらには、前述のように、回転非対称形状の光学素子と球面レンズからなるFθレンズの2種類の光学部品が使われており、部品点数が多いという難点があった。

【0004】この点を改善するために、Fθレンズの中に面倒れ機能をもたせようとする提案もある(特開昭57-144515号)、このFθレンズは、普通の球面あるいは平面の他に、シリンダ面あるいはトーリック面を含んだものとなっている。トーリック面とは、ある平面とそれに直交するもう一つの平面を考えた時、各々の平面内における面の曲率半径が異なる面を意味する。すなわち光軸方向をz、光軸を含む、互に直交した平面をx-z面、y-z面とした2次の層開式で表わすと、

(1)

※倒れに影響ある面はy-z面とし、主走査方向をx軸方向、副走査方向をy軸方向、各々の面内焦点距離を $f_s$ 、 $f_v$ とすると、

(2)

★である。結像特性は面倒れに関係する面で、像面湾曲が発生するためである。即ち、ある特定の画角θでの波面収差が

(3)

☆ねき、零にはならない。しかも、Fθレンズ中に非球面を複数用いるため、レンズの回転による軸ずれ調整が難しいという問題もある。

【0006】そこで、本発明者等は、非球面を1つにし、その非球面の形状を、

(4)

◆づけることが可能となる。このことは、 $f_s$ が画角の関数になっており、画角θが変化するとともに $f_v$ も変化させることを意味する。なお、この提案では、副走査方向の曲率半径の変化は、光軸に対して対称である。図2でz軸は光軸方向、y-z面は面倒れに影響する平面である。図中の実線は、従来のトーリック面

(5)

倒れ方向の曲率半径よりも、軸外(θ≠0)における曲率半径を大きくして非球面Bへ移行することで結像位置

をドラム面上にもっていくことができる。しかも、この曲率半径は画角と共に単調に増加させる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】通常のレーザプリンタ装置では、走査手段として回転多面鏡が用いられており、光源からのレーザ光を回転多面鏡に斜めの方向から入射させる。すなわち、レーザ光は、回転多面鏡の反射面に対し、走査平面(xz面)内で光軸(z軸)に対し斜め方向から入射する。しかし、回転多面鏡の反射面40は、図3に示すように回転につれて前後に動く。このため、入射レーザ光41の入射点は42から43になり、その反射光も46から47へ移る。この反射面の動きは、上記の特開昭62-265615号と同じく主走査方向のように、回転多面鏡の反射面に平行光を入射させる場合では問題とならないが、回転多面鏡の面倒れ補正のために、副走査方向に関して回転多面鏡の反射面と感光ドラム面を共役な結像関係に配置し、回転多面鏡の反射面に入射させるレーザ光41を副走査方向に関して一点に集光させると、反射面40の移動にともなって、感光ドラム上でのスポットは光軸方向に動くことになる。この動きは、画角 $\theta$ のとき、

$$a\theta + b\theta^2 + c\theta^3 + \dots$$

となり、画角 $\theta$ に関して奇関数項が入ってくる。

【0008】この副走査方向の像点の移動をなくし、面だおれ補正機能を持ちながら高分解能でかつ広画角の走査を行うことができるレーザ走査装置及びそれに用いる非球面走査レンズを提供するのが本発明の目的である。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、平面と非球面からなる非球面レンズを有し、その非球面は、回転多面鏡の反射面と走査面を副走査方向に供役関係となるように左右非対称に連続的に増加する形状であるような構成の走査レンズにする。

【0010】また、前記非球面レンズは、主走査方向と副走査方向との曲率半径が異なる非球面を有する構成にする。

#### 【0011】

【作用】走査レンズを介して回転多面鏡の反射面と感光ドラム面とを副走査方向に関して共役な結像関係に配置し、この反射面に斜め方向から入射させて走査されるレーザ光を、上記の特開昭62-265615号で提案したような、副走査方向の曲率半径が光軸に対しx及びy方向で対称な非球面を用いた走査レンズで結像すると、図4に点線で示すように副走査方向の結像位置が光軸から離れるにつれて走査面上(感光ドラム面上)からずれてしまう。すなわち、ガルバノミラーのように回転軸と反対面とが一致する走査手段を用いたレーザ走査系では、反射面に斜め方向からレーザ光を入射させ、左右対称な走査レンズを用いて結像しても、画像が傾くことはないが、回転中心が反射面上にない回転多面鏡を用いると、上述

したように反射面の移動に応じて、走査面上でのスポットが光軸方向に動いてしまい、図4に点線で示したように副走査方向の結像位置が走査面上から大きくずれてしまう。図4において、一方向に結像位置がずれていることは、副走査方向の曲率半径を光軸から離れるにつれて更に大きくし、結像点を走査面である感光ドラム面上( $z'=0$ の位置)に移動させる必要があるということであり、+方向に結像位置がずれていることは、副走査方向の曲率半径を逆に小さくする必要があることを示す。そこで、本発明では、主軸と副軸の曲率半径が異なると同時に、副軸の曲率半径が軸外になるにつれて増加し、かつ走査中心に対して左右(図中x方向で)非対称な形状を有する非球面を用いることにより、レーザ光の回転多面鏡への斜め入射及び回転多面鏡の反射面の移動によって感光ドラム上で副走査方向に生じる像面湾曲を補正して、結像位置を感光ドラム上に一致させる。

【0012】本発明による走査レンズの横倍率は3以上5以下が好適である。すなわち、回転多面鏡の反射面の動きは回転多面鏡の半径を30~50mm $\phi$ とすると、約1mmとなる。この動きによる像面湾曲は、上述したように左右対称な曲率半径をもつ非球面を用いることにより除去できる。しかし、回転多面鏡と走査レンズの配置精度を考えると、反射面が設計位置40<sub>1</sub>から例えば0.3mmずれた40<sub>2</sub>の位置にあるとすると、図6に点線で示すように、反射像の位置P<sub>0</sub>はその2倍の約0.6mm動いた位置P<sub>0</sub>'になる。感光ドラム面上での結像位置Pの移動は、走査レンズ1の横倍率の自乗で生じ、P'の位置になる。横倍率は3~5とすると、感光ドラムでの像の移動PP'は5.4~15mm生じることになる。レーザ走査装置における走査レンズのF数は約100前後である。焦点深度はPP値

$$4F^2 \cdot \lambda$$

で与えられる。これを土に振りわけると $4F^2 \lambda$ となり、 $\lambda=0.78 \mu\text{m}$ とすると、焦点深度は約15mmとなる。従って走査レンズの横倍率を3~5とすることにより、回転多面鏡と走査レンズに配置精度が0.3mm以内で焦点深度内に入れることができ、機械組立て精度で考えると容易に調整でき量産上好ましい。横倍率を5より大きくすると、回転多面鏡と走査レンズ配置精度が厳しくなり、組立てが困難となる。一方、3より小さいと、走査レンズが感光ドラム側に近づく必要があり、このため、レンズ径が大きくなってしまい好ましくない。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明によるレーザ走査装置の基本構成図である。図において、1は本発明による走査レンズであるF $\theta$ レンズ、2はレーザ光源、20はコリメータレンズ、3はシリンダレンズ、10は回転多面鏡、15は感光ドラム面である。レーザ光源2からでたレーザ光100はコリメータレンズ20を通り平行

光束になる。シリンダレンズ3は副走査方向（y方向）にのみ作用するように配置され、回転多面鏡の反射面40上でy方向にレーザ光が集光されるようになっている。副走査方向（y方向）に関して該反射面40と感光ドラムが配置される面15は幾何光学的な共役関係にある。レーザ光走査のための走査レンズ（F $\theta$ レンズ）は、球面あるいは平面からなる回転対称軸を有するレンズ面11、12を両面にもつ第1のレンズと、平面、あるいは球面からなるレンズ面13と回転軸非対称なレンズ面14を両面にもつ、第2のレンズによって構成され

表 1

	r (mm)	d (mm)	n
①	$\infty$	25	Air
②	-289.2	7.5	1.712303
③	$\infty$	44.5	Air
④	$\infty$	18.0	1.712303
⑤	-49.22    -155.7 副軸                  主軸	412.18	Air
⑥	感光ドラム面		

【0016】ここで、本走査レンズ1の特徴は、⑤の非球面14にある。図5に本発明で用いる非球面14の一形状を示す。図5において、R<sub>0</sub>は走査中心の副走査曲率半径R<sub>0</sub>、R<sub>x</sub>はx及び-x座標での副走査曲率半径であり、R、R<sub>x</sub>となっている。より具体的に示すと、非球面14は、主走査曲率半径R<sub>0</sub>が155.7mm、副走査曲率半径R<sub>0</sub>が49.22mmであるトーリック面f(x, y) (aで示す)に、 $3 \times 10^{-7} (x-y)^2$ の値を各(x, y)座標で加え(bで示す)、更にΔなる量を

30

\* 像に関しては平行光束を、感光ドラム面15上に絞り込む機能をもっている。

【0014】走査レンズ1の緒元を表1に示す。表1において、①は回転多面鏡10の反射面、②～⑤は走査レンズ1の各レンズ面で、②は回転対称軸を有する球面からなるレンズ面11、③、④は平面からなるレンズ面12、13、⑤は回転軸非対称な非球面からなるレンズ面14である。⑥は感光ドラム面を意味する。rは曲率半径、dは面間隔、nは屈折率である。

【0015】

【表1】

である。ここで、Δは、例えば、表2に示すような値であり、各(x, y)座標で各Δを付加するものであり、各(x, y)位置で、各Δで与えられる距離だけ、レンズ面がz方向（光軸方向）に移動することを示す。なお、表2に示されていない(x, y)座標での値は、表2のサンプル点を用いた多項式近似でもって与えられる。この走査レンズ1の副走査方向の横倍率は約4.5である。

【0017】

【表2】

表 2

ASYMMETRIC SPLINE DATA			
X = -70.0000000			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-8.0000000	0.0100000	-4.0000000	0.0025000
0.0	0.0	4.0000000	0.0025000
8.0000000	0.0100000		
X = -47.2500000			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-8.0000000	0.0050000	-4.0000000	0.0012500
0.0	0.0	4.0000000	0.0012500
8.0000000	0.0050000		
X = -31.0200000			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-8.0000000	0.0028000	-4.0000000	0.0007000
0.0	0.0	4.0000000	0.0007000
8.0000000	0.0028000		
X = 0.0			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-7.5000000	0.0	-3.7500000	0.0
0.0	0.0	3.7500000	0.0
7.5000000	0.0		
X = 32.0800000			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-8.0000000	-0.0032000	-4.0000000	-0.0008000
0.0	0.0	4.0000000	-0.0008000
8.0000000	-0.0032000		
X = 49.7100000			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-8.0000000	-0.0052000	-4.0000000	-0.0013000
0.0	0.0	4.0000000	-0.0013000
8.0000000	-0.0052000		
X = 70.0000000			
Y	$\Delta$	Y	$\Delta$
-8.0000000	-0.0100000	-4.0000000	-0.0025000
0.0	0.0	4.0000000	-0.0025000
8.0000000	-0.0100000		

【0018】表2から明らかなように、 $\Delta$ の値は、xの±に対して逆の符号

+

【0019】の値をもっているの、図5にcに示す非球面がxが座標に対して非対称な形状を有することは明らかであり、副走査方向の曲率半径R<sub>1</sub>は図7のように走査中心に対して左右非対称となる。図7の例では、副走査方向の曲率半径は中心で49.22mm、各々の端では53.7mm、54.7mmと非対称に大きくなっている。なお、このような非球面は、数値制御（NC）による研削機械で直接加工することにより得られる。

【0020】また、本実施例では、回転多面鏡10の半径は32mm、面数は8であり、入射レーザ光の入射角度 $\beta$ は66°で光軸に対する配置は図8に示すようになっている。この回転で多面鏡で走査されたレーザ光を上

の均一な絞り込みスポットが得られた。図9の破線は、非対称の面形状を加えない時（ $\Delta$ 分がない時）の副走査方向の像面位置を示す。この破線と実線との差が、 $\Delta$ によって補正されたことになる。

【0021】

【発明の効果】このように、走査レンズのレンズ面を走査光軸に対して非対称化することで、回転多面体に斜め方向からレーザ光を入射した時の副走査方向で生じる像面湾曲を除去することができ、面倒れ補正機能を持ちながら高分解でかつ広画角の走査を行うことができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザ走査装置の基本構成を示す図。

【図2】従来の非球面の一例を示す図。

【図3】回転多面鏡の反射面の移動を示す図。

【図4】像面湾曲の説明図。

【図5】本発明による走査レンズの非球面の一例を示す図。

【図6】回転多面鏡と走査レンズの配置精度による像の移動を示す図。

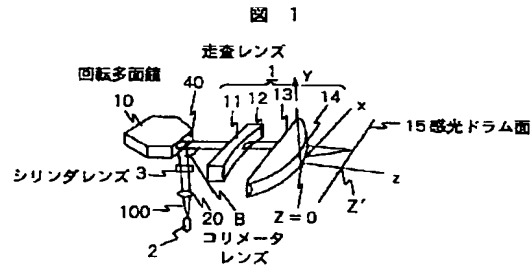
\* の変化を示す図。

【図8】回転多面鏡を入射光の配置関係を示す図。

【図7】本発明で用いる非球面の副走査方向の曲率半径\*

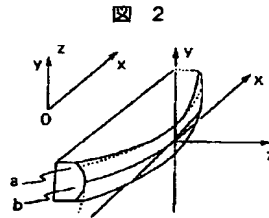
【図9】本発明と従来例の結像特性を示す図。

【図1】

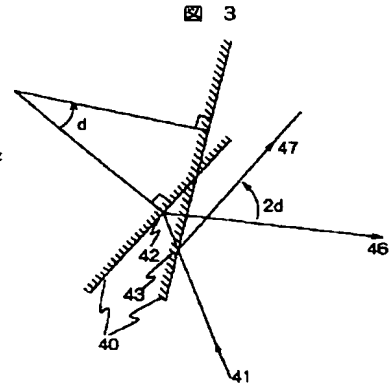


z...非球面を $z=0$ とする座標  $z'$ ...感光ドラム面を $z=0$ とする座標  
0...レーザ光のZ軸への入射角度

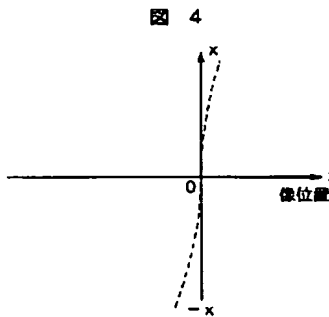
【図2】



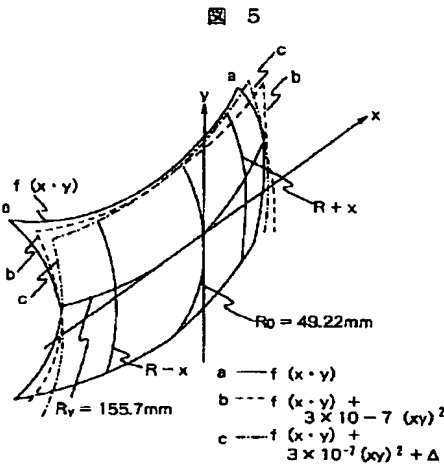
【図3】



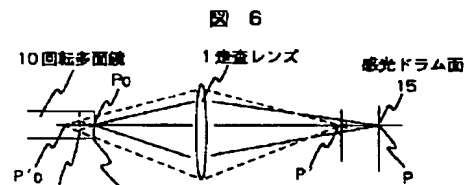
【図4】



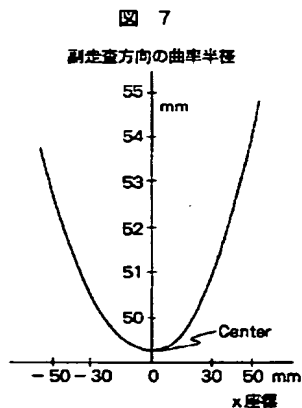
【図5】



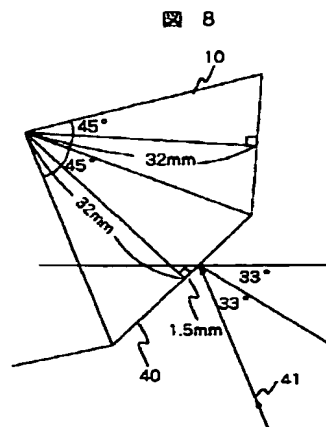
【図6】



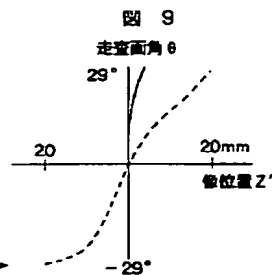
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 角田 義人  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 森山 茂夫  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 望月 健至  
東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 日  
立工機株式会社内